

## АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В НОСИМОМ ДАТЧИКЕ ПРИСУТСТВИЯ

Сидоренко В.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Горбач А.П. – магистр техн. наук, старший преподаватель кафедры ПИКС

**Аннотация.** Проанализированы механические процессы, протекающие в носимом датчике присутствия. Установлено, что значения исследуемых параметров являются удовлетворительными. Использование виброизоляции не требуется.

**Ключевые слова:** моделирование, механическое воздействие, плата печатная

**Введение.** Носимый датчик присутствия на микроконтроллере *ESP8266* – это устройство, предназначенное для фиксирования перемещения объектов и автоматического запуска требуемых действий в ответ на перемещение объектов. Устройство преимущественно используется в комплексных системах автоматизации зданий «умный» дом, может выступать в качестве датчика приближения в целях соблюдения дистанции в общественных местах в условиях эпидемий и пандемий инфекционных заболеваний [1].

При эксплуатации устройство подвергается воздействию различных дестабилизирующих факторов, под которыми понимают любое воздействие на устройство. Такие факторы зависят от условий эксплуатации, хранения и транспортирования. Так как носимый датчик присутствия является переносимым устройством, не исключена возможность его падения с высоты. Выполним моделирование механических воздействий, испытав устройство на ударную нагрузку. Также, при моделировании механических воздействий учтём наличие собственных колебаний печатной платы, которые вызваны протекающим по ней переменным током.

**Основная часть.** Моделирование физических процессов состоит из шести этапов.

Первый этап – уяснение цели моделирования. Целью является прогноз поведения исследуемого устройства при воздействии на него механических нагрузок.

На втором этапе происходит построение концептуальной модели, которая представляет собой структуру моделируемого устройства, включая свойства его элементов и присущие ему причинно-следственные связи, необходимые для достижения целей моделирования. Результатом второго этапа моделирования является схема электрическая принципиальная (рисунок 1).

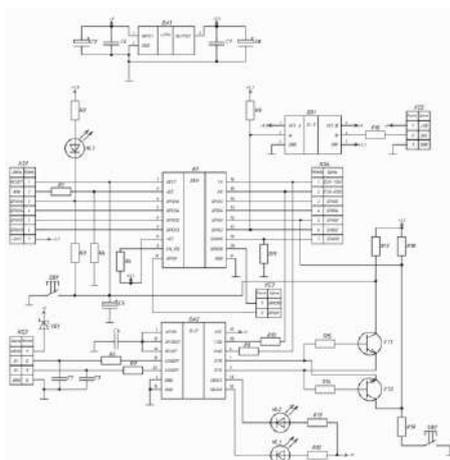


Рисунок 1 – Схема электрическая принципиальная носимого датчика присутствия

Третий этап включает выбор наиболее удобного для моделирования программного обеспечения. Для выполнения моделирования механических процессов будем использовать две программы: *Altium Designer* для создания печатной платы, *SolidWorks Simulation* для моделирования механических воздействий.

Четвёртый этап – планирование эксперимента. Данные, полученные в результате эксперимента, должны быть максимально информативными и в то же время удовлетворяющими заданным ограничениям. Для обеспечения этих условий и производится планирование эксперимента. В ходе моделирования пренебрегаем некоторыми элементами, наличие которых не влияет на результат эксперимента, при этом упрощая модель.

На пятом этапе производим эксперимент, который включает в себя получение моделей механических процессов при заданных условиях в носимом датчике присутствия. Так как моделирование является имитационным, модели реализуем с помощью программного обеспечения с фиксацией и дальнейшей обработкой полученных данных. Основные параметры элементов представлены в таблице 1. Вариант закрепления – по четырём углам за крепёжные отверстия.

Таблица 1 – Основные параметры компонентов

Элементы	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	Количество	Масса, г
Конденсатор 0603	1,6	0,8	0,9	5	0,05
Конденсатор танталовый	3,2	1,6	1,6	3	0,67
Микросхема <i>ESP-12F</i>	16	24	3	1	5,4
Микросхема <i>LD1117AS33TR</i>	6,5	3,5	1,5	1	0,4
Микросхема <i>FT231XS-R</i>	6,5	4,5	1,2	1	0,45
Микросхема <i>74LVC1T45GW.125</i>	2	2,1	0,5	1	0,15
Светодиод <i>2-0603UBC</i>	1,6	0,8	0,3	2	0,02
Резистор 0603	1,6	0,85	0,45	19	0,01
Кнопка <i>KLS7-TS1202-43-180</i>	12	12	4	2	1,2
Диод <i>MBRS540T3G</i>	3,8	2,7	0,9	1	0,47
Транзистор <i>BC847C</i>	2,9	1,3	0,6	2	0,05
Разъём <i>DS1021-2</i>	2,5	6	2,5	1	0,1
Разъём <i>DS1021-3</i>	5	6	2,5	1	0,2
Разъём <i>DS1021-10</i>	22,5	6	2,5	2	0,6
Разъём <i>micro-USB 105017-0001</i>	7,5	7	2	1	3

Для исследования собственных частот в *SolidWorks Simulation* создаём частотное исследование. Указываем материал платы печатной и элементов, устанавливаем крепление платы по четырём углам за крепёжные отверстия, стоим сетку и выполняем моделирование [2].

Для исследования воздействия ударных нагрузок в среде *SolidWorks Simulation* создаём исследование «Испытание на ударную нагрузку», задаём материалы платы печатной и элементов. В настройках указываем высоту 1,0 метр (уровень пояса человека) и притяжение (левая боковая грань). Строим сетку и выполняем моделирование.

Шестой этап включает обработку и анализ полученных в ходе эксперимента данных. Результат частотного моделирования представлен на рисунке 2. Результат моделирования воздействия ударных нагрузок представлен на рисунке 3. Данные моделирования представлены в таблице 2.

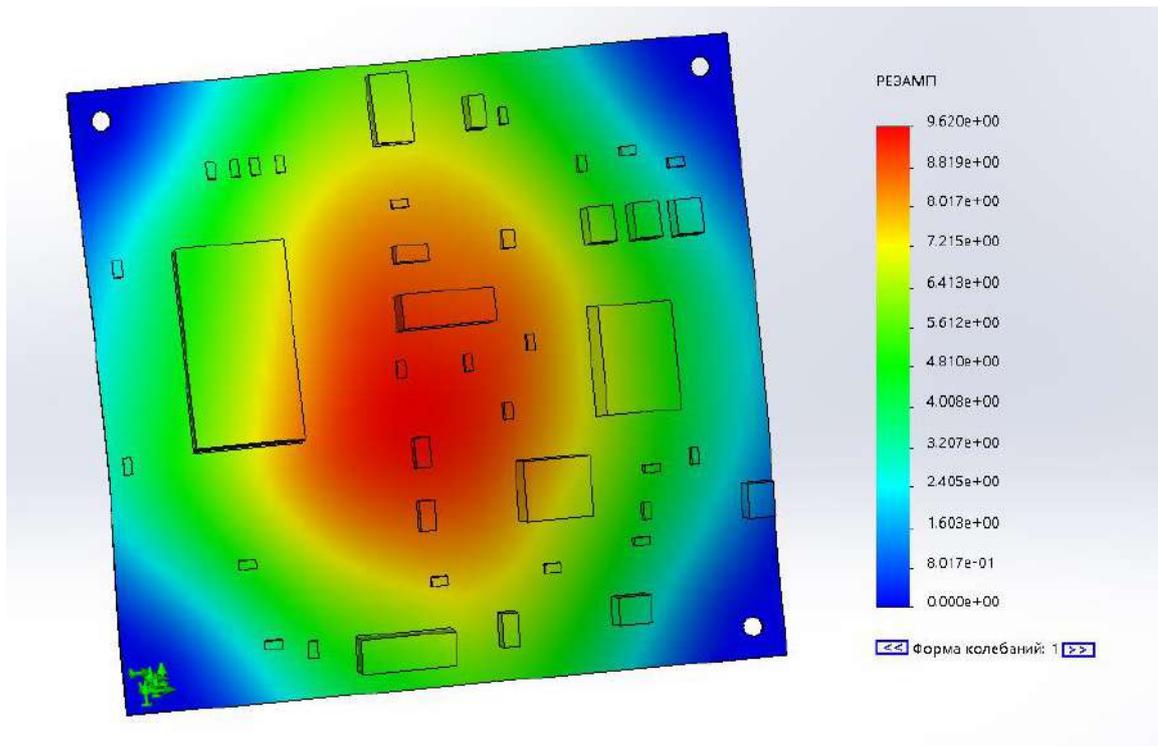


Рисунок 2 – Результат частотного моделирования

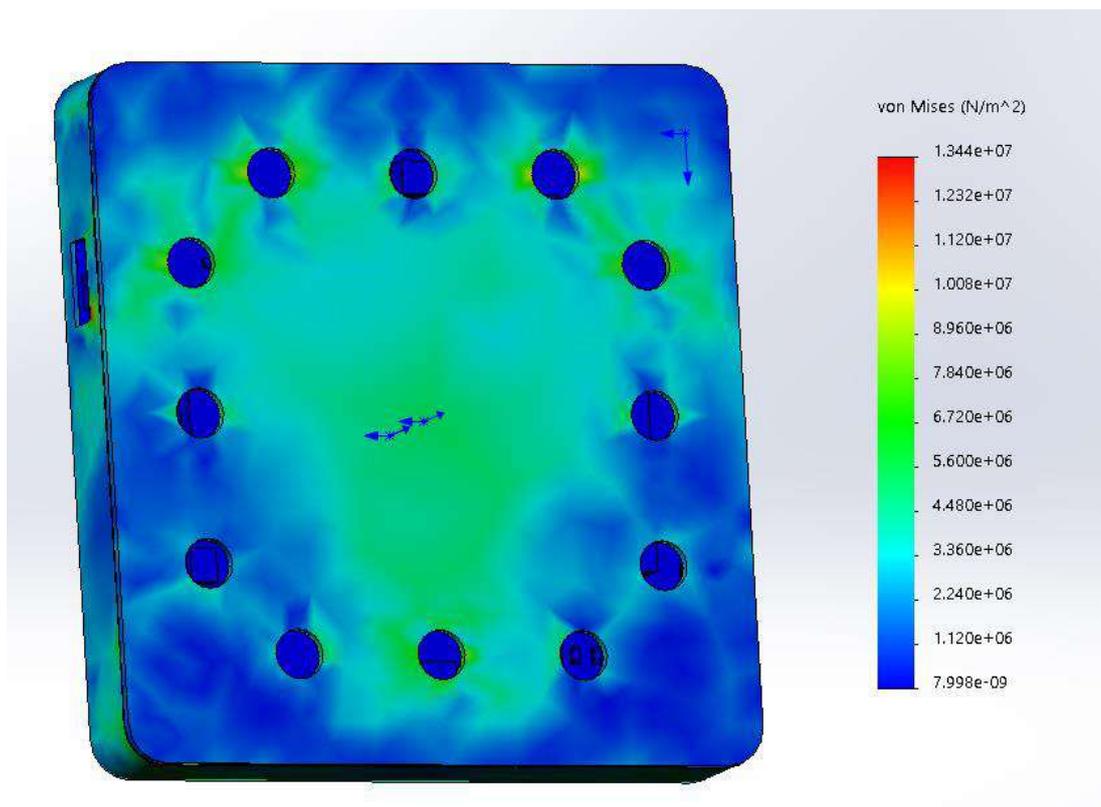


Рисунок 3 – Результат моделирования воздействия ударных нагрузок

Таблица 2 – Данные моделирования механических процессов

Собственная частота, Гц	Максимальное отклонение ПП, мм	Максимальное напряжение, МПа	Максимальное смещение от исходного положения, мм
335	4,3	13	1

Рассматриваемое устройство может подвергаться воздействию вибраций с частотой до 70 Гц [3]. Таким образом, параметр собственной частоты печатной платы имеет удовлетворительное значение.

В результате моделирования ударных нагрузок получены также значения максимального напряжения печатной платы и результирующее смещение. Согласно ГОСТ 12652-74 [4], разрушающее напряжение для стеклотекстолита составляет 350 МПа, что в несколько раз превышает полученное значение, поэтому плата печатная не будет разрушена. Значения максимального отклонения и смещения от исходного положения имеют удовлетворительные значения, поэтому плата печатная не нуждается в виброизоляции.

**Заключение.** Выполнен анализ механических процессов, проходящий в носимом датчике присутствия. В результате анализа установлено, что все исследуемые параметры механических воздействий имеют удовлетворительные значения. Использование виброизоляции не требуется.

### Список литературы

1. Valens, C. *Wearable Wi-Fi gadget* / C. Valens // *Elektr.* – 2021. – №7-8 – С. 58-62.
2. *SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике* / А.А. Алямовский [и др.]. – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – 1020 с.
3. Пирогова, Е.В. *Проектирование и технология печатных плат: учебник* / Е.В. Пирогова. – М.: Изд-во ФОРУМ, 2005. – 560 с.
4. ГОСТ 12652-74. *Стеклотекстолит электротехнический листовой.* – Введ. 1976-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1974. – 15 с.

UDC 621.396.6-047.58

## ANALYSIS OF MECHANICAL PROCESSES OCCURRING IN WEARABLE WI-FI GADGET

*Sidorenko V.A.*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

*Gorbach A.P. – master of technical sciences, assistant professor of the department of ICSD*

**Annotation.** The mechanical processes occurring in a wearable wi-fi gadget are analyzed. It is established that the values of the studied parameters are satisfactory. The use of vibration isolation is not required.

**Keywords.** modeling, mechanical impact, printed circuit board